

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent:

Tateki JOZAKI et al.

Patent No.: 7,037,235

Issued: May 2, 2006

For: **SPEED CHANGE RATIO CONTROL UNIT
FOR CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION**



)
)
) Docket No. 000560.00125
)
)
)

) Customer No. 27557
)
)
)
)
)

Technology Center 3600

RECEIVED
AUG 20 2007

RESUBMISSION UNDER 37 C.F.R. § 1.501

Mail Stop Post Issue
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

On July 18, 2007, pursuant to 37 C.F.R. § 1.501, the Patentees made a submission of a prior art reference. The Patentees also included a copy of a Japanese Notification of Reason(s) for Refusal dated February 9, 2007, which explained the reason for the citation. On August 7, 2007, the Patent and Trademark Office mailed a Notification of Improper Prior Art Citation under 37 C.F.R. § 1.501, based on the inclusion of the February 9, 2007 Japanese Notification.

Pursuant to 37 C.F.R. § 1.501, the Patentees request that the document listed below (copy enclosed), which was cited in the Japanese counterpart application, be placed of record in the file of the above-identified patent. The Patentees re-submit the following publication:

Reference

JP 11210871

Publication Date

August 3, 1999

In support of this Submission, the Patentees state that the Japanese Notification of Reason(s) for Refusal dated February 9, 2007 explains the reasons for the citation of the above-identified publication in the Japanese counterpart application. The February 9, 2007 Japanese Notification is not being submitted with the present resubmission. The

Resubmission is believed to comply fully with 37 C.F.R. § 1.501 and MPEP 2205 and 2206.
The Patent and Trademark Office is requested to place this Resubmission in the patent file.

Respectfully submitted,

Dated: August 14, 2007



Michael D. White
Reg. No. 32,795

BLANK ROME LLP
600 New Hampshire Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037
(202) 772-5800 (phone)
(202) 572-8398 (fax)

SHIFT CONTROLLER FOR TROIDAL TYPE CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION

Publication number: JP11210871

Publication date: 1999-08-03

Inventor: MURAMOTO ITSURO; KIDOKORO HITOSHI;
TSUKAMOTO MASAHIRO

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- International: **F16H15/38; F16H61/02; F16H15/32; F16H61/02;** (IPC1-7): F16H61/02; F16H15/38; F16H59/14; F16H59/68

- European:

Application number: JP19980009570 19980121

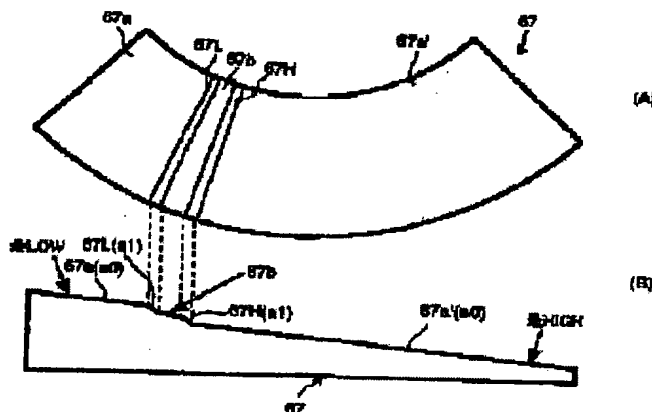
Priority number(s): JP19980009570 19980121

Report a data error here

Abstract of JP11210871

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain an error between a motor command value of a shift controller and a motor rotating position irrespective of an assembling error or the like.

SOLUTION: In a princess cam 67, gain change-over parts 67L, 67H of large feedback gain are formed for an oblique rotation angle corresponding to a reference position of a step motor in addition to sloped faces 67a, 67a' corresponding to ordinary feedback gain, and a gain value of the step motor is corrected in response to the oblique rotation angle of the gain change-over part when a detected value of the feedback gain increases.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-210871

(43)公開日 平成11年(1999)8月3日

(51) Int.Cl.⁸
F 1 6 H 61/02
15/38
// F 1 6 H 59: 14
59: 68

識別記号

F I
F 1 6 H 61/02
15/38

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-9570

(22)出願日 平成10年(1998)1月21日

(71)出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 村本 逸朗
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 城所 仁
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 塚本 雅裕
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

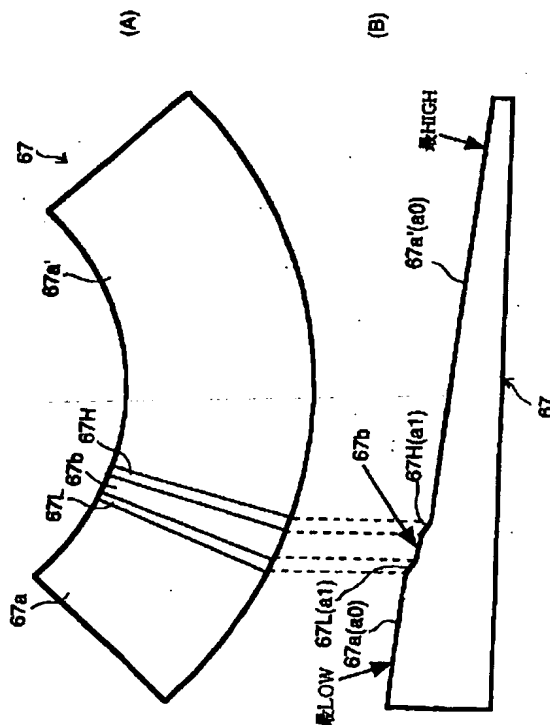
(74)代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 トロイダル型無段変速機の変速制御装置

(57) 【要約】

【課題】 組み付け誤差等に拘わらず、変速制御装置のモータ指令値とモータ回転位置との誤差を抑制する。

【解決手段】 プリセスカム67には、通常のフィードバックゲインに対応した傾斜面67a、67a'に加えて、ステップモータの基準位置に対応した傾転角度にはフィードバックゲインの大きいゲイン切り換え部67L、67Hが形成され、フィードバックゲインの検出値が増大したときにはステップモータの指令値をゲイン切り換え部の傾転角度に応じて補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力ディスク及び出力ディスクとの対向面に挟持されて傾転自在なパワーローラを傾転自在に支持するとともに、油圧アクチュエータに駆動されて軸方向へ変位可能なトラニオンと、

駆動手段に制御されて、油圧源からの油圧を調整することで前記油圧アクチュエータを駆動する変速制御弁と、実際の変速比が車両の運転状態に応じた目標変速比へ一致するように前記駆動手段を制御する電子的フィードバック制御手段と、

前記トラニオンに設けたプリセスクムを介して、このトラニオンの回動及び軸方向変位を前記変速制御弁へフィードバックするメカニカルフィードバック手段とを備えたトロイダル型無段変速機の変速制御装置において、前記プリセスクムは、所定のフィードバックゲインに対応した通常ゲイン部に加えて、駆動手段の基準位置に対応した位置には通常ゲイン部とは異なるフィードバックゲインで形成されたゲイン変化部を備え、このプリセスクムのフィードバックゲインを検出するフィードバックゲイン検出手段と、このフィードバックゲインの検出値から前記ゲイン変化部を検出する基準位置検出手段と、基準位置検出結果に応じて駆動手段の指令値を補正する駆動指令値初期化手段とを備えたことを特徴とするトロイダル型無段変速機の変速制御装置。

【請求項 2】 前記電子的フィードバック制御手段は、所定の変速比を境にフィードバック制御とフィードフォワード制御を切り換えており、前記ゲイン変化部は前記所定の変速比よりも H i 側に対応した位置に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のトロイダル型無段変速機の変速制御装置。

【請求項 3】 前記プリセスクムは、複数のゲイン変化部を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のトロイダル型無段変速機の変速制御装置。

【請求項 4】 前記電子的フィードバック制御手段は、無段変速機の入力トルクまたは入力トルク相当値を検出する入力トルク検出手段と、この検出結果に基づいて入力トルクの変化量を検出する変化量検出手段と、この変化量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の補正を禁止する初期化禁止手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のトロイダル型無段変速機の変速制御装置。

【請求項 5】 前記電子的フィードバック制御手段は、トラニオンの軸方向変位を検出する手段と、この検出結果に基づいて軸方向変位の変化量を検出する変化量検出手段と、この変化量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の補正を禁止する初期化禁止手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のトロイダル型無段変速機の変速制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、トロイダル型無段変速機の変速制御装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 車両に用いられる無段変速機としては、トロイダル型や V ベルト式のものが従来から知られており、運転状態に適応した好適な目標変速比を演算し、これに対応した変速比指令により、ステップモータやサーボモータを駆動して、変速制御弁を目標変速比に対応したストローク位置に操作するように構成されたものがある。

【0003】 この操作により、変速制御弁は目標変速比に対応した変速制御油圧を作り出して出力し、無段変速機の変速機構は、この変速制御油圧に応動して目標変速比に向けて変速される。

【0004】 ところで、このような無段変速機の変速制御弁は作動油から受ける流体力や、特に低温時に大きくなる作動油の粘性抵抗に抗して作動しなければならないため、変速速度が速い、すなわち、単位時間当たりのモータ回転量数が大きい場合や、モータの回転方向が逆になった場合等に、変速比指令値に基づくモータ指令値が変化してもモータ回転位置が変化しない脱調が発生し、モータ指令値に対して実際のモータ回転位置がずれてしまうことがある。

【0005】 このズレは、変速比制御としてフィードバック制御を行っている限りに於いては問題とはならない。

【0006】 しかし、低車速時等で車輪の回転センサの検出精度が悪い場合や、作動油の温度が極端に低い場合等はフィードバック制御を円滑に行うことができず、フィードフォワード制御のみとなり、例えば、減速時に車速が所定値以下となってフィードバック制御からフィードフォワード制御へ切り換わる場合に、モータの脱調に起因するモータ回転位置と変速制御弁ストローク位置の対応関係のズレによる変速比の偏差が生じてしまい、正確な変速制御が難しくなる。

【0007】 そのため、制御切換時に変速ショックが発生したり、低速走行時に実変速比が高めになって発進加速が悪化したり、実変速比が低めになって燃費が悪化する等の悪影響が考えられる。

【0008】 このため無段変速機の変速制御装置にあつては、モータ指令値を実際のモータ回転位置に一致させるための初期化を行っている。

【0009】 このような初期化は、変速制御弁をステップモータ等により制御することで変速制御を行うトロイダル型無段変速機においても同様であり、無段変速機用の初期化装置としては、例えば、特公平 5-78457 号公報などが知られている。

【0010】 これは、電源投入時（イグニッション ON の時）に、モータを一方方向へ回転させ、モータ回転位置

が基準位置になったことをスイッチ等により検出して、モータの回転を停止させ、このときにモータ指令値を当該基準位置に対応した値に初期化するものである。

【0011】また、特開平8-178063号公報などに開示されるものでは、まず、停車検知手段により車両の停車中が検知されたとき、モータを所定の方向のハードウェア限界位置（停車中であることを考慮すると、変速比LOW側の方が好ましい）まで回転させる。

【0012】モータ指令値としては、モータ可動範囲と同程度の値を与えれば、元々、停車時は変速比がLOW付近にあるので、確実にハードウェア限界位置まで回転させることが可能である。

【0013】このとき、モータ回転位置がハードウェア限界位置に達した後、モータ指令値が出されてモータが回転しようとしても、モータは脱調しながらその位置に止まる。

【0014】次に、モータを逆方向へ動かし、予め定められた基準位置まで戻す。ハードウェア限界位置と基準位置との関係は明らかであり、かつ、ハードウェア限界から基準位置までは、できる限り脱調し難い方法でモータを動かす。

【0015】このようにして、モータ指令値をモータ回転位置に一致させることができ、最後に、コントローラ側でモータ指令値を、基準位置に相当する値に再設定して初期化を完了する。

【0016】上記の初期化装置では、モータ回転位置の検出を停車中にしか行えないという問題点がある。

【0017】これに対応するために、Vベルト式無段変速機では、プライマリプリー回転速度とセカンダリプリー回転速度の比率から実変速比を求め、この実変速比に対応するモータの回転位置を推定し、その推定値を用いて走行中でもモータ指令値を補正して、初期化回数を増やして、モータ指令値とモータ回転位置との偏差を抑制することができる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特公平5-78457号公報の場合、モータ回転位置が基準位置になったことを検出するスイッチが不可欠であり、パルプボディなどにスイッチを付加するために製造コストが上昇するのに加え、基準位置を検出するスイッチが故障した場合のフェイルセーフを考慮しなければならず、また、電源投入時しかモータ指令値を初期化しないので、走行中に発生するステップモータなどの脱調には対処できないという問題点がある。

【0019】そして、上記特開平8-178063号公報では、初期化の際に基準位置を検出するスイッチを使わないので、新たな故障要因は増えない。しかし、停車中にしか初期化を行わないので、走行中に発生したステップモータ等の脱調には、次に停車するまで対応できない。したがって、停車するために低速になると、前記の

ように制御が切り換わった途端に変速比のズレから変速ショックが生じる。さらに、この変速ショックを避けるために、制御切替時にフィードフォワード値の学習制御を行っている場合は、モータ回転位置とモータ指令値のズレに拘わらず、誤学習してしまう等の問題が発生する。そして、無段変速機の組み付け誤差、加工誤差等に起因する個体差によって、基準位置におけるステップモータ指令値とモータ回転位置（ハードウェア限界）との対応関係に、最初から誤差を有していることがあり、このような寸法の誤差に起因するズレに対しては、いくら初期化を行っても解決できない。

【0020】さらに、Vベルト式無段変速機は、プーリーと金属ベルト間の滑りが、伝達トルクや温度条件の変化に伴って変化するので、プーリー半径比（＝モータ回転位置と一意に対応）と変速比との対応関係は一定とはならない。したがって、この方法で初期化を行っても誤差を解消することは難しい。

【0021】そして、トロイダル型無段変速機でも変速制御装置として、ステップモータ駆動に駆動される変速制御弁を用いて変速制御を行うため、上記と同様の問題が生じてしまう。すなわち、基準位置検出スイッチを用いた場合は、停車中にしか初期化できず、また、追加したスイッチが新たな故障要因にもなる。

【0022】さらに、上記と同様にハードウェア限界位置を用いる場合でも、組み付け誤差等、個体差による誤差は残ったままになる。

【0023】また、入出力ディスクとパワーローラ間にもVベルト式のプーリー、ベルト間ほどではないが滑りが存在し、この滑りは温度条件等により変化するので、入出力ディスクとパワーローラ間の滑りに基づくモータ指令値と実変速比のズレが避けられないという問題があった。

【0024】そこで本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、組み付け誤差等に拘わらず、変速制御装置のモータ指令値とモータ回転位置との誤差を抑制して、変速制御を高精度で行うことを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、入力ディスク及び出力ディスクとの対向面に挟持されて傾転自在なパワーローラを傾転自在に支持するとともに、油圧アクチュエータに駆動されて軸方向へ変位可能なトラニオンと、駆動手段に制御されて、油圧源からの油圧を調整することで前記油圧アクチュエータを駆動する変速制御弁と、実際の変速比が車両の運転状態に応じた目標変速比へ一致するように前記駆動手段を制御する電子的フィードバック制御手段と、前記トラニオンに設けたプリセカムを介して、このトラニオンの回転及び軸方向変位を前記変速制御弁へフィードバックするメカニカルフィードバック手段とを備えたトロイダル型無段変速機の変速制御装置において、前記プリセカムは、所定のフィ

ードバックゲインに対応した通常ゲイン部に加えて、駆動手段の基準位置に対応した位置には通常ゲイン部とは異なるフィードバックゲインで形成されたゲイン変化部を備え、このプリセスキアのフィードバックゲインを検出するフィードバックゲイン検出手段と、このフィードバックゲインの検出値から前記ゲイン変化部を検出する基準位置検出手段と、基準位置検出結果に応じて駆動手段の指令値を補正する駆動指令値初期化手段とを備える。

【0026】また、第2の発明は、前記第1の発明において、前記電子的フィードバック制御手段は、所定の变速比を境にフィードバック制御とフィードフォワード制御を切り換えており、前記ゲイン変化部は前記所定の变速比よりもHi側に対応した位置に形成される。

【0027】また、第3の発明は、前記第1の発明において、前記プリセスキアは、複数のゲイン変化部を備える。

【0028】また、第4の発明は、前記第1の発明において、前記電子的フィードバック制御手段は、無段変速機の入力トルクまたは入力トルク相当値を検出する入力トルク検出手段と、この検出結果に基づいて入力トルクの変化量を検出する変化量検出手段と、この変化量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の補正を禁止する初期化禁止手段とを備える。

【0029】また、第5の発明は、前記第1の発明において、前記電子的フィードバック制御手段は、トラニオンの軸方向変位を検出する手段と、この検出結果に基づいて軸方向変位の変化量を検出する変化量検出手段と、この変化量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の補正を禁止する初期化禁止手段とを備える。

【0030】

【発明の効果】したがって、第1の発明は、メカニカルフィードバック手段を構成するプリセスキアの任意の变速比には、通常ゲイン部に対してフィードバックゲインの異なるゲイン切り換え部を設定したため、フィードバックゲインの変化を検出したときには、駆動手段の駆動位置を所定の基準位置として駆動指令値を初期化するようにしたので、走行中に初期化を行うことが可能となって、前記従来例のように初期化を行うタイミングが、停車中等に限定されることがなくなって、モータ指令値の初期化回数を増やすことができ、常にモータ回転位置とモータ指令値を一致させて正確な变速制御を行うことができ、例えば、駆動手段をステップモータで構成して、脱調が発生した場合であっても、走行中にモータ回転位置とモータ指令値を一致させて、常時变速比制御を高精度で行うことが可能となって、トロイダル型無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となる。

【0031】また、第2の発明は、ゲイン変化部をフィードバック制御からフィードフォワード制御へ移行する变速比のHi側に設定したため、变速制御の切り換え時

に初期化処理を行うことで、前記従来例に示したような変速ショックの発生を防止することができ、トロイダル型無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となり、加えて、組み付け誤差等により最初から駆動手段指令値と駆動位置との間の対応関係にズレがあっても、プリセスキアの組み付け時には精度が確保されているため、上記の特定变速比のフィードバックゲインを検出して、ユニット毎に正確な初期化が可能となり、前記従来例のような組み付け誤差に起因する初期化のズレを防止することができ、また、プリセスキアのゲインを算出して駆動指令値を初期化するようにしたため、前記従来例のように、伝達部（入出力ディスク、パワーローラ間）の滑りの影響を受けることがなくなって、より正しく駆動指令値を初期化することができる。

【0032】また、第3の発明は、プリセスキアには、複数のゲイン変化部を形成したため、モータ指令値の初期化回数をさらに増やすことができ、駆動手段の脱調などの影響を排除して常時正確な变速制御が可能となる。

【0033】また、第4の発明は、入力トルクの変化量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の初期化を禁止するようにしたため、入力トルクの変化によって生じる部材の変形等に伴う変速（トルクシフト）に起因した見かけ上のフィードバックゲインの変化により初期化してしまうという誤動作を防いで、駆動指令値の初期化に誤差が生じるのを防ぐことができる。

【0034】また、第5の発明は、トラニオンの軸方向変位量が所定値を超える場合には駆動手段の指令値の初期化を禁止するようにしたため、トルクシフトによる影響を防いで駆動指令値の初期化に誤差が生じるのを防ぐことができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0036】図1～図9は、2組のトロイダル変速部からなるダブルキャビティのトロイダル型無段変速機10に、本発明を適用した一例を示す。

【0037】トロイダル型無段変速機10は、図1において、図示しないエンジン12の回転が、トルクコンバータ12を介してトロイダル型無段変速機10に入力されるようになっている。

【0038】トルクコンバータ12は、ポンプインペラ12a、タービンランナ12b及びステータ12cに加えて、ロックアップクラッチ12dが設けられている。

【0039】そして、トロイダル型無段変速機10は、トルクコンバータ12の出力回転軸14と同軸上に配置されるトルク伝達軸16が設けられ、このトルク伝達軸16に第一トロイダル変速部18と第二トロイダル変速部20とが同時上に配置されている。

【0040】トルク伝達軸16は中空に形成されるとともに、ハウジング22に対し軸方向へ微小量だけ変位可

能に取り付けられている。第一及び第二トロイダル変速部18、20は、それぞれの対向面がトロイダル曲面で形成される一対の第一入力ディスク18a、第一出力ディスク18b及び第二入力ディスク20a、第二出力ディスク20bと、これらの対向面間に摩擦接触されるパワーローラ18c、18d、及び20c、20dとによって構成される。

【0041】第一トロイダル変速部18は、トルク伝達軸16の図中左側に配置されるとともに、第二トロイダル変速部20は、トルク伝達軸16の図中右側に配置され、かつ、それぞれの第一入力ディスク18a及び第二入力ディスク20aは、それぞれトルク伝達軸16の両端側に配置されるとともに、第一出力ディスク18b及び第二出力ディスク20bは互いに内側に配置されている。そして、第一及び第二入力ディスク18a、20aはボールスプライン24、26を介して、トルク伝達軸16に回転方向で結合する一方、軸方向へ変位可能に支持される。

【0042】一方、上記第一及び第二出力ディスク18b、20bは、トルク伝達軸16に対して相対回転可能に軸支された出力ギア28にスプライン結合され、第一及び第二出力ディスク18b、20bへ伝達された回転力は、出力ギア28及びこれに噛み合いされる入力ギア30aを介してカウンターシャフト30に伝達され、さらに、回転力出力経路を介して図示しない出力軸へ伝達される。

【0043】ところで、第一入力ディスク18aの外側には、ローディングカム装置34が設けられ、このローディングカム装置34には、図示しないエンジンからの回転が入力され、入力トルクに応じた押圧力を図中右方向へ向けて発生し、第一入力ディスク18aを第二入力ディスク20aへ向けて押圧する。

【0044】ローディングカム装置34のローディングカム34aは、スラストベ어링36を介してトルク伝達軸16上で相対回転可能に軸支される。

【0045】また、第二入力ディスク20aとトルク伝達軸16の図中右側端部との間には、予圧力を発生する皿バネ38が設けられている。

【0046】したがって、ローディングカム装置34で発生される押圧力は、第一入力ディスク18aに作用するとともに、トルク伝達軸16及び上記皿バネ38を介して第二入力ディスク20aにも作用し、かつ、皿バネ38によって発生される予圧力は、第二入力ディスク20aに作用するとともに、トルク伝達軸16及びローディングカム装置34を介して第一入力ディスク18aにも作用するようになっている。

【0047】なお、ローディングカム装置34とトルクコンバータ12との間の回転力入力経路には、車両の前進時と後進時の回転方向を切り換える前後進切換装置40が設けられる。

【0048】前後進切換装置40は、ダブルプラネタリ方式の遊星歯車機構42と、遊星歯車機構42のキャリア42aを上記出力回転軸14に締結可能なフォワードクラッチ44と、遊星歯車機構42のリングギア42bを上記ハウジング22に締結可能なリバースブレーキ46とによって構成される。

【0049】そして、前後進切換装置40では、フォワードクラッチ44を締結するとともに、リバースブレーキ46を解放することにより、エンジン回転と同方向の回転がローディングカム装置34へ入力され、かつ、フォワードクラッチ44を解放してリバースブレーキ46を締結することにより、逆方向の回転が入力されるようになっている。なお、遊星歯車機構42で、42cはサンギア、42d、42eは互いに噛み合いされるプラネタリギアである。

【0050】第一トロイダル変速部18及び第二トロイダル変速部20に設けられたパワーローラ18c、18d及び20c、20aは、中心軸cを挟んで対向配置され、これらパワーローラは、図2に示すように、変速制御装置としての変速制御弁60及び油圧アクチュエータ50、52、54、56を介して、車両の運転条件に応じて傾斜（傾転）され、第一及び第二入力ディスク18a、20aの回転を無段階に変速して第一及び第二出力ディスク18b、20bに伝達するようになっている。

【0051】すなわち、パワーローラ18c、18d及び20c、20dは、図2に示したように、それぞれのパワーローラ18c、18a及び20c、20dに対応して設けられた油圧アクチュエータ50、52、54、56によって上下移動されるトラニオン50a、52a、54a、56aに、ピボットシャフト50b、52b、54b、56bを介して回転自在に装着され、トラニオン50a、52a、54a、56aが上下移動されることによって、パワーローラ18c、18d及び20c、20dは傾転（トラニオンの軸回りの運動）できるようになっている。

【0052】したがって、パワーローラ18c、18d及び20c、20aの傾転量、すなわち、これらトラニオン50a、52a、54a、56aの回転量は、油圧アクチュエータ50、52、54、56の軸方向変位量によって決定されることになる。

【0053】ここで、変速制御装置について、図2を参照しながら説明する。

【0054】各油圧アクチュエータへ油圧を供給するコントロールバルブ60は、ラックアンドピニオン機構を介してステップモータ61によって駆動されるロッド62及びスリーブ63と、このスリーブ63の内周に収装されて軸方向へ相対変位可能なスプール64と、このスプール64をステップモータ61とは反対方向に向けて付勢するスプリング65を備えている。

【0055】スリーブ63の外周には軸方向へ図示しな

い溝が形成され、この溝に図示しないピンに係合されることにより、スリーブ63は軸回りに回転することなく軸方向にのみ変位可能となる。

【0056】また、スプール64の端部のうち、コントロールバルブ60のボディから図中左側へ突出した端部には、トラニオン50a、52a、54a、56aのうちの一つの回転量と軸方向移動量が、プリセスクム67及びリンク67aを介して軸方向の移動量に変換されて、この軸方向移動量がフィードバック量として導入される。

【0057】すなわち、トラニオン50a、52a、54a、56aの回転量は、パワーローラ18c、18d及び20c、20dの傾転量に比例しており、トラニオンの傾転量をフィードバックすることは、パワーローラの傾転量をフィードバックすることになる。

【0058】このプリセスクム67には、図3に示すように、所定のフィードバックゲインa0に対応する傾斜を備えた傾斜面67a、67a'（通常ゲイン部）が形成され、前記従来例に示したフィードバック制御とフィードフォワード制御との間で変速制御が切り換わる変速比に対応した所定の傾転角度i1の位置のHi側には、ゲイン切り換え部67H（ゲイン変化部）が形成され、さらに、このゲイン切り換え部67HよりもLOW側には、所定の傾転角度i2の位置にゲイン切り換え部67L（ゲイン変化部）が形成され、これらゲイン切り換え部67H、67Lの間には、所定のフィードバックゲインa0に対応する傾斜を備えた傾斜面67bが形成される。

【0059】ゲイン切り換え部67Hと67Lは、上記ゲインa0よりも大きいゲインa1に対応する傾斜を備える。なお、ゲイン切り換え部67L、67Hのフィードバックゲインa1は傾転角度i1、i2を除いた全体のフィードバックゲインa0よりも、例えば、1.5倍程度の大きさとする。

【0060】このようにすることで、ゲインa1の部分での変速に伴うプリセスクム67の回転によるスプール64の傾転角度当たりの移動量は、ゲインa0の部分に対して1.5倍程度になる。

【0061】そして、ゲインa1の値は、例えば、ゲインa0の0.8倍～1.5倍程度にしておけば、制御系のゲイン余裕を持って設計しておくことで、ハンチングやゲインの違いによる制御応答性の悪化等の不具合が生じないようにできる。

【0062】コントロールバルブ60には導入ポート68から油圧ポンプ69により作り出されたライン圧が導入され、スリーブ63とスプール64の相対並置関係により第一ポート68aまたは第二ポート68bの一方にライン圧が供給される。

【0063】第一ポート68aまたは第二ポート68bからのライン圧は、油圧アクチュエータ50、52、5

4、56に、管路70a、70b、72a、72b、74a、74b、76a、76b、介して供給される。

【0064】各油圧アクチュエータ50、52、54、56は、それぞれ上側油室Aと下側油室Bがピストン50c、52c、54c、56cによって画成され、上側油室Aに下側油室Bより高い油圧が供給されることにより、それぞれのトラニオン50a、52a、54a、56aは下方に移動され、かつ、これとは反対に下側油室Bに上側油室Aより高い油圧が供給されることにより、それぞれのトラニオン50a、52a、54a、56aは上方に移動される。

【0065】ここで、油圧アクチュエータ50、54の上側油室Aと52、56の下側油室Bとは変速制御弁60の第一ポート68aに接続され、油圧アクチュエータ50、54の下側油室Bと52、56の上側油室Aとは変速制御弁60の第二ポート68bに接続されている。

【0066】したがって、第一トロイダル変速部18の油圧アクチュエータ50、52及び第二トロイダル変速部20の油圧アクチュエータ54、56はそれぞれ一方の上側油室Aと他方の下側油室B及び一方の下側油室Bと他方の上側油室Aとが交差して連通されるため、油圧アクチュエータ50及び54と、油圧アクチュエータ52及び56とは互いに逆方向へ駆動されるようになっている。

【0067】マイクロコンピュータ等を主体に構成されるコントローラ100には、図示しないスロットルセンサからのスロットル開度信号101、図示しないエンジン回転速度センサからのエンジン回転速度信号102、タービンセンサ92からのタービン回転速度信号103、パーキングギア90に刻まれた歯数を検出する車速センサ91からの出力軸回転速度信号104等が入力され、変速比制御手段110では、予め定められた変速マップに従い目標変速比が決定され、所定の変速制御則に基づいて実変速比が目標変速比に一致するようにステップモータ指令値106が計算され、ステップモータ61に対して出力された指令値に応じてスリーブ63が移動させられる構成となっている。

【0068】コントローラ100では、変速比制御手段110でモータ指令値算出後に、図6～図8に示すフローチャートに基づいて、フィードバックゲイン推定値を求め、モータ指令値の初期化を行う。

【0069】以下、図6～図8のフローチャートを参照しながらモータ指令値の初期化日浮いて詳述する。

【0070】コントローラ100の無段変速機入力トルク検出手段120では、まず、図6のステップS100で、スロットル開度信号101を読み込み、ステップS110でエンジン回転速度信号102の読み込みを行い、ステップS120で予め設定した図示しないエンジン性能マップを参照してエンジン出力トルクを求める。

【0071】次に、ステップS130では、ロックアッ

ブクラッチ12dのON/OFFを判断し、ロックアップクラッチ12dがOFFであれば、ステップS140へ進んで、エンジン回転速度信号102とタービン回転速度信号103とからステップS150で予め設定したトルクコンバータ性能曲線を参照してトルク比を求める一方、ロックアップクラッチ12dがONであれば、ステップS135へ進んで、トルク比=1に設定する。

【0072】ステップS135またはステップS135で求めたトルク比に基づいて、ステップS160では、ステップS120で求めたエンジン出力トルクよりトルクコンバータ出力トルクを算出する。

【0073】ステップS170では、出力軸回転速度信号104と、既知である駆動系回転部材のイナーシャからイナーシャトルクを算出して、ステップS180では無段変速機入力トルクを算出する。

【0074】コントローラ100の入力トルク変化量検出手段121では、図7のステップS200で、無段変速機入力トルク検出手段120（図6のステップS100～S180）により得られた無段変速機入力トルクの時間的な変化量を算出する。

【0075】そして、判断手段122では、図7のステップS210で、入力トルク変化量検出手段121から得られた無段変速機入力トルクの時間変化量を、所定値と比較する。

【0076】時間変化量が所定値より小さければフィードバックゲイン推定値 a' を正しく計算できると判断し、所定値よりも大きければフィードバックゲイン推定値 a' を正しく計算できないと判断する。

【0077】推定値 a' を正しく計算できないと判断したら、ステップS220へ進んで、有効なデータ数を積算するカウンタ値Kを0にリセットし、サブルーチンから抜ける。なお、無段変速機入力トルクの時間変化量が大きい場合にフィードバックゲイン推定値 a' が正しく計算できないと判断する理由は、トロイダル型無段変速機の構造上、いわゆるトルクシフトの影響などによって、入力トルクの変化により各部材の変形量等が変化して、プリセスクムによるフィードバック量が変動してしまい、見掛け上のフィードバックゲインが変化した値になってしまうためである。また、このトルクシフトの検出は、トラニオンの軸方向変位量に基づいて行ってもよく、無段変速機入力トルクの時間変化量に代わって、トラニオンの軸方向変位量が所定値を超えたときに、フィードバックゲイン推定値 a' を正しく計算できないと判断してもよい。

【0078】一方、時間変化量が所定値より小さい場合には、図8のステップS300へ進み、コントローラ100のパラメータ推定手段123では、ステップS300で、所定の時間間隔でステップモータ指令値をサンプリングするとともに、ステップS310で、実傾転角度を入力軸回転速度と出力軸回転速度の比から変速比を算

出した後、これを実傾転角度に変換して求めてから、ステップS320で、カウンタ値Kをインクリメントする。

【0079】そして、ステップS330では、有効なデータの個数がフィードバックゲイン推定値の計算に必要なだけ集まったか否かをカウンタ値Kが所定値 n となったか否かに基づいて判定する。

【0080】ステップS330で 有効なデータの個数が必要なだけ集まっていれば、ステップS340～ステップS370の処理で、後述するように、時系列データとトロイダル型無段変速機のモデルを用いて、フィードバックゲイン推定値 a' を算出する一方、有効なデータの個数が必要なだけ集まっていなければサブルーチンを抜ける。

【0081】そして、コントローラ100の基準位置決定手段124では、まず、図9のステップS400で、ステップS370で得たフィードバック推定値 a' が、フィードバック制御とフィードフォワード制御を切り換える特定の変速比に対応したフィードバックゲイン a_1 に近い推定値 a_1' であるか否かを比較判断する。

【0082】この比較は、例えば、推定値 a' を a_1 よりも少し小さい所定値 a_{th} と比較して、 a' の方が大きい場合に推定値 a' の変化（微分値）を算出し、ステップS410ではこの推定値 a' の変化がゼロ近傍となる部分を求め、推定値 a' の変化がほぼ0のときには、ステップS420で、その時のモータ回転位置が基準位置にあると判断する。

【0083】なお、基準位置決定手段124の位置決定方法は、例えば、推定値 a' の変化量がゼロ近傍となっているサンプリングの時間幅を求め、その中心に決める方法や、計算に必要なデータ個数や計算時間を考慮し、その分だけ前の位置を基準位置としてもよく、この場合では、サンプリング周期が長い場合でも正確な初期化が可能となる。

【0084】初期化手段125では、図9のステップS430に示すように、上記基準位置決定手段124での判断結果に従って、現在のモータ指令値が特定の変速比に対応した値となるよう補正して初期化を完了する。

【0085】次に、上記ステップS340～S370で行われるフィードバックゲイン推定値 a' の算出について詳述する。なお、以下に述べる処理は、データのサンプリング周波数が、制御周波数に比べて十分に速い（数倍以上）場合に用いられるハイブリッド方式である。サンプリング周波数が制御周波数より遅い場合には、以下に述べるモデル、フィルタ等を離散化したものを用いればよい。

【0086】まず、トロイダル型無段変速機10の近似的な物理モデルは、図4のように表すことができ、その伝達関数 $G(s)$ は、

【0087】

【数1】

$$G(s) = \frac{f g}{s^2 + b g s + a f g} \quad \dots\dots\dots (1)$$

【0088】となる。ただし、 a 、 b 、 g はゲイン、 s は微分演算子、 f はトロイダル型無段変速機10の設計に応じて決まる関数である。

【0089】トロイダル型無段変速機10の入力として、ステップモータステップ数 u （=変速制御弁移動量）、出力として傾転角度 ϕ （=変速比=入力回転速度／出力回転速度）を考えると、コントローラ100内に持たせるシステム同定モデルは、図5のようになり、

【0090】

【数2】

$$\dot{y} = g \left(-b \frac{1}{f} \dot{\phi} - a \phi + u \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\dot{\phi} = f y \quad \dots\dots\dots (3)$$

【0091】となる。

【0092】運転時には、過去一定時間の入力値 u （ステップ数）と出力値 ϕ （傾転角度）記憶しておき、最小二乗推定等により、それらのデータから最も確からしい*

$$\frac{s^2}{F(s)} \phi = -b g \frac{s}{F(s)} \phi - a f g \frac{1}{F(s)} \phi + f g \frac{1}{F(s)} u \quad \dots\dots\dots (6)$$

【0100】ここで、 $F(s)$ は次の(7)式で表され、 ω は遮断角周波数、 ζ はダンピング係数であり、例えば、 $\omega = 20$ (rad/sec)、 $\zeta = 1$ 等の値を用※

$$F(s) = s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2$$

ここで、 $s^2/F(s)$ はハイパスフィルタ

$s/F(s)$ はバンドパスフィルタ

$1/F(s)$ はローパスフィルタ

となり、全て実現可能である。

【0102】ここで、これらの積分を、例えば、後退差★

$$Y = [\eta(1) \cdots \eta(k) \cdots \eta(n)]^T \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$X = [\xi(1) \cdots \xi(k) \cdots \xi(n)]^T, \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\eta = F1(z) \cdot \phi \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\xi = [-F2(z) \cdot \phi \quad -f \cdot F3(z) \cdot \phi \quad f \cdot F3(z) \cdot u] \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\theta = [b g \quad a g \quad g]^T \quad \dots\dots\dots (12)$$

なお、 η 、 θ はトロイダル型多無段変速機10の設計値に応じた定数である。

【0104】ここで、 $k=1 \sim n$ は、所定時間内のサンプル時刻を表す整数である。

【0105】これらを用いると上記(4)式は、

$$Y = X \cdot \theta \quad \dots\dots\dots (13)$$

と表すことができる。これより θ の推定値 $\hat{\theta}$ は、

$$\hat{\theta} = (X \cdot X^T)^{-1} (X \cdot Y) \quad \dots\dots\dots (14)$$

を計算することで求められ、この $\hat{\theta}$ から a 、 b 、 g の推定値 a' 、 b' 、 g' を容易に求めることができる。

【0106】こうして、プリセスカム67の任意の変速比には、フィードバックゲイン a の異なるゲイン切り換

*と思われるゲイン a 、 b 、 g を推定する。

【0093】また、トロイダル型無段変速機10への入力であるステップモータのステップ数を u 、出力であるパワーローラオフセット量（軸方向変位量）を y 、パワーローラ傾転角度を ϕ とし、 f は既知のゲインであるから、上記(2)、(3)式を ϕ の式に書き直すと、

【0094】

【数3】

$$\frac{1}{f} \ddot{\phi} = g \left(-\frac{b}{f} \dot{\phi} - a \phi + u \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

【0095】となる。

【0096】この(4)式に、微分演算子 s を適用すると、次式のようになる。

【0097】

【数4】

$$s^2 \phi = -b g s \phi - a f g \phi + f g u \quad \dots\dots\dots (5)$$

【0098】この(5)式の両辺に状態変数フィルタ $1/F(s)$ を乗じると、次の(6)式のようになる。

【0099】

【数5】

※いればよい。

【0101】

$$\dots\dots\dots (7)$$

★分で近似して離散化し、それぞれ $F1(z)$ 、 $F2$

(z) 、 $F3(z)$ として、次のベクトル Y 、 r 、 θ 、行

列 X を定義する。

【0103】

え部67L、67Hを設定したため、図10に示すように、フィードバックゲイン推定値 a' が、しきい値 a_{th} を超えて変化したときには、リンク67aがゲイン切り換え部67Lまたは67Hにあると判定でき、このときのモータ回転位置を基準位置（傾転角度 i_2 または i_1 ）としてモータ指令値を初期化するようにしたので、例えば、変速比制御がフィードフォワード制御からフィードバック制御へ、あるいは逆へ切り換わる傾転角度 i_1 の前後に初期化位置67Hを設定することで、変速制御の切り換え時に初期化処理を行うことで、前記従来例に示したような変速ショックの発生を防止することができ、さらに、走行中に初期化を行うことが可能となつ

て、前記従来例のように初期化を行うタイミングが、停車中等に限定されることがなくなって、モータ指令値の初期化回数を増やすことができ、常にモータ回転位置とモータ指令値を一致させて、ステップモータ 61 の脱調が発生した場合であっても、走行中にモータ回転位置とモータ指令値を一致させることができ、常時変速比制御を高精度で行うことが可能となって、トロイダル型無段変速機を備えた車両の運転性を向上させることが可能となるのである。

【0107】さらに、組み付け誤差等により最初からステップモータ指令値とステップモータ回転位置との間の対応関係にズレがあっても、プリセスカム 67 の組み付け時には精度が確保されているため、上記の特定変速比のフィードバックゲイン a_1 を検出して、ユニット毎に正確な初期化が可能となり、前記従来例のような組み付け誤差に起因する初期化のズレを防止することができ、また、プリセスカム 67 のゲインを算出してステップモータ指令値を初期化するようにしたため、前記従来例のように、伝達部（入出力ディスク、パワーローラ間）の滑りの影響を受けないので、より正しくステップモータ指令値を初期化することができる。

【0108】また、ゲイン切り換え部を、変速制御の切り換え位置である傾転角度 i_2 に対応する 67H に加えて、その他の傾転角度 i_2 にもゲイン切り換え部 67L を設けることで、モータ指令値の初期化回数をさらに増やすことができ、この場合、例えば、最LOW位置から変速させて、ゲインの変化を検出した順に、傾転角度が i_2 、 i_1 であることを順次検知して、モータの初期化をそれぞれ行うことができるのである。

* 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態を示すトロイダル型無段変速機の概略図。

【図 2】同じく変速制御装置の概略図。

【図 3】プリセスカムを示し、(A) は平面図、(B) は側面図。

【図 4】トロイダル型無段変速機の簡易物理モデルを示すブロック図。

【図 5】同じくシステム同定モデルである。

【図 6】コントローラで行われる制御の一例を示すフローチャート。

【図 7】同じくフローチャート。

【図 8】同じくフローチャート。

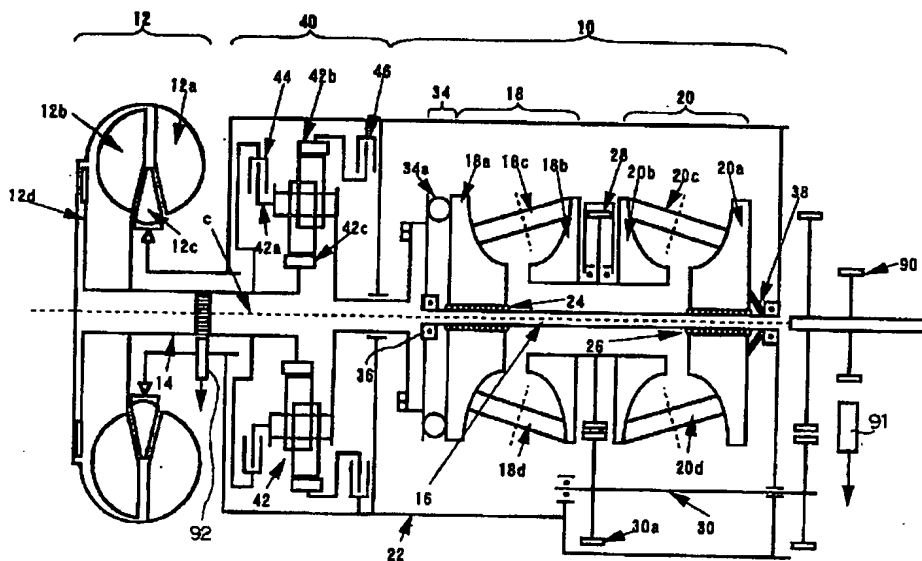
【図 9】同じくフローチャート。

【図 10】フィードバックゲイン及び推定値とステップモータ位置の関係を示すグラフ。

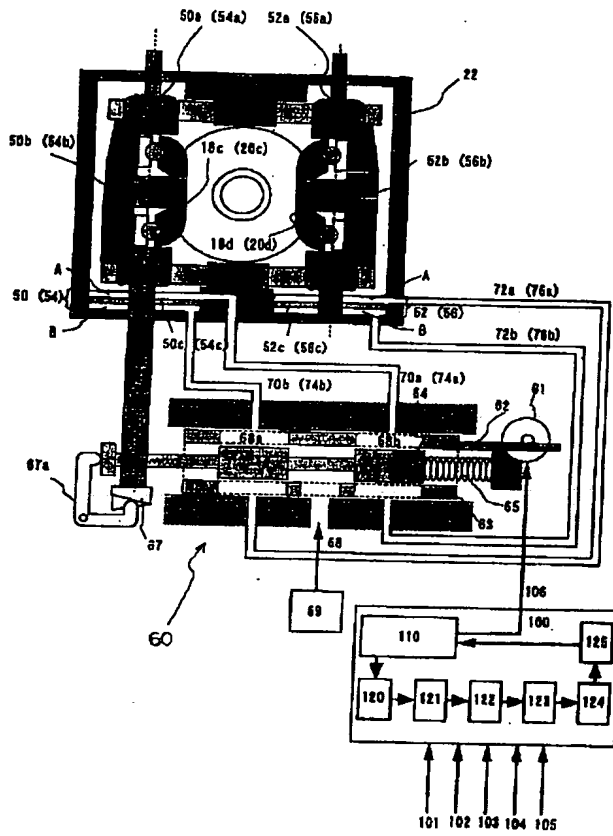
【符号の説明】

- 10 無段変速機
- 18a、20a 入力ディスク
- 18b、20b 出力ディスク
- 18c、18d、20c、20d パワーローラ
- 50、52 油圧シリンダ
- 60 変速制御弁
- 61 ステップモータ
- 63 スリーブ
- 64 スプール
- 67 プリセスカム
- 67a リンク
- * 100 コントローラ

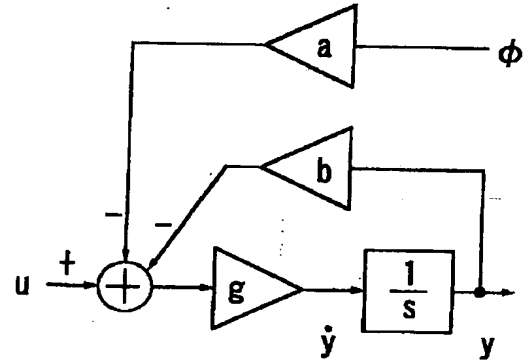
【図 1】



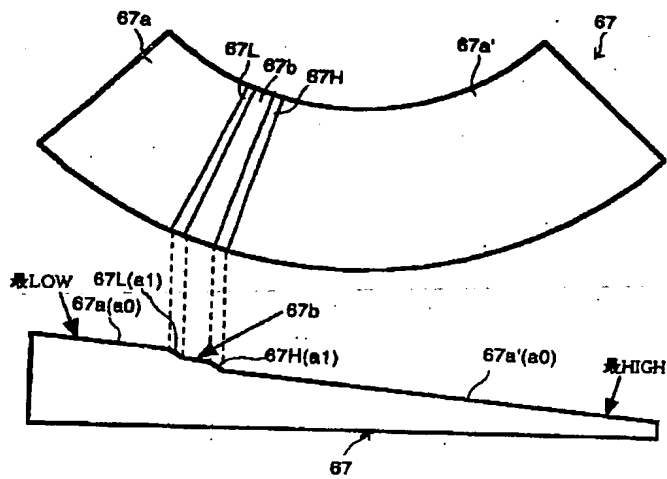
【図 2】



【図 5】



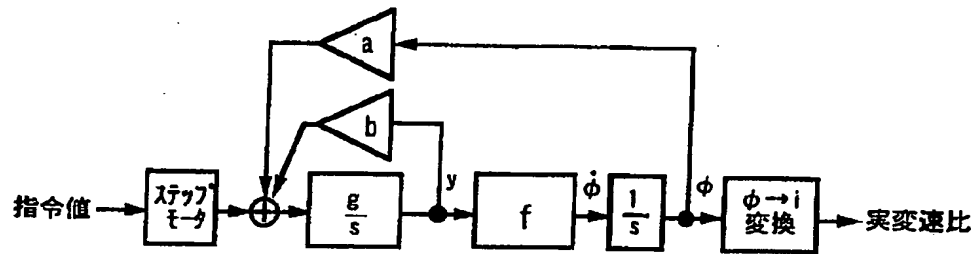
【図 3】



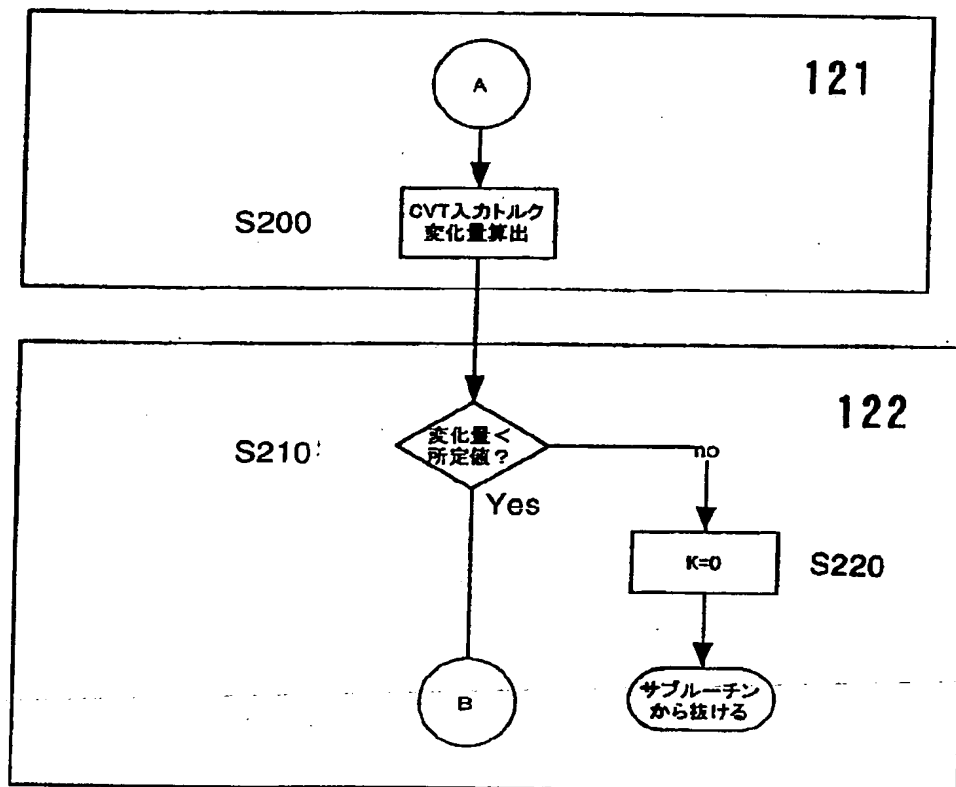
(A)

(B)

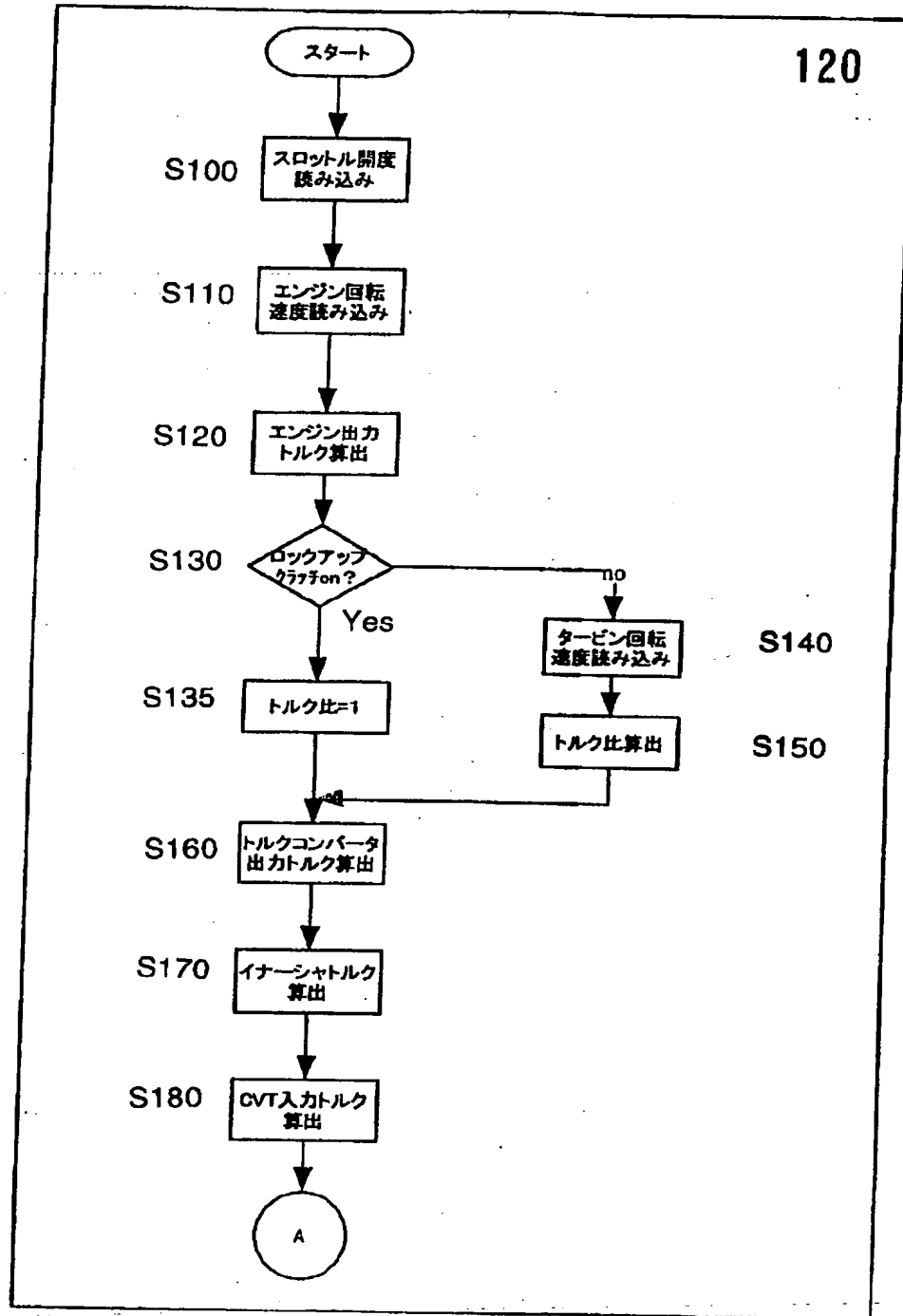
【図4】



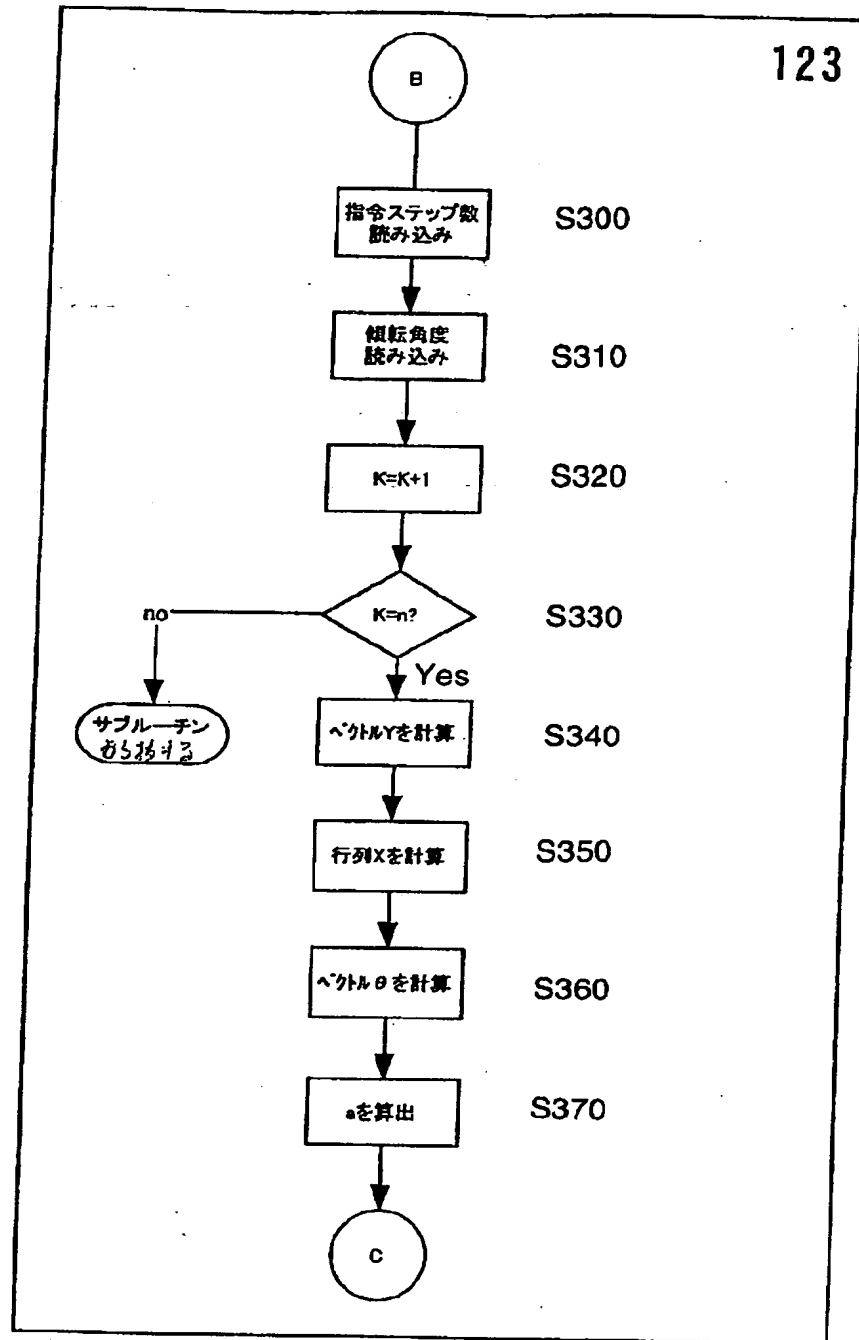
【図7】



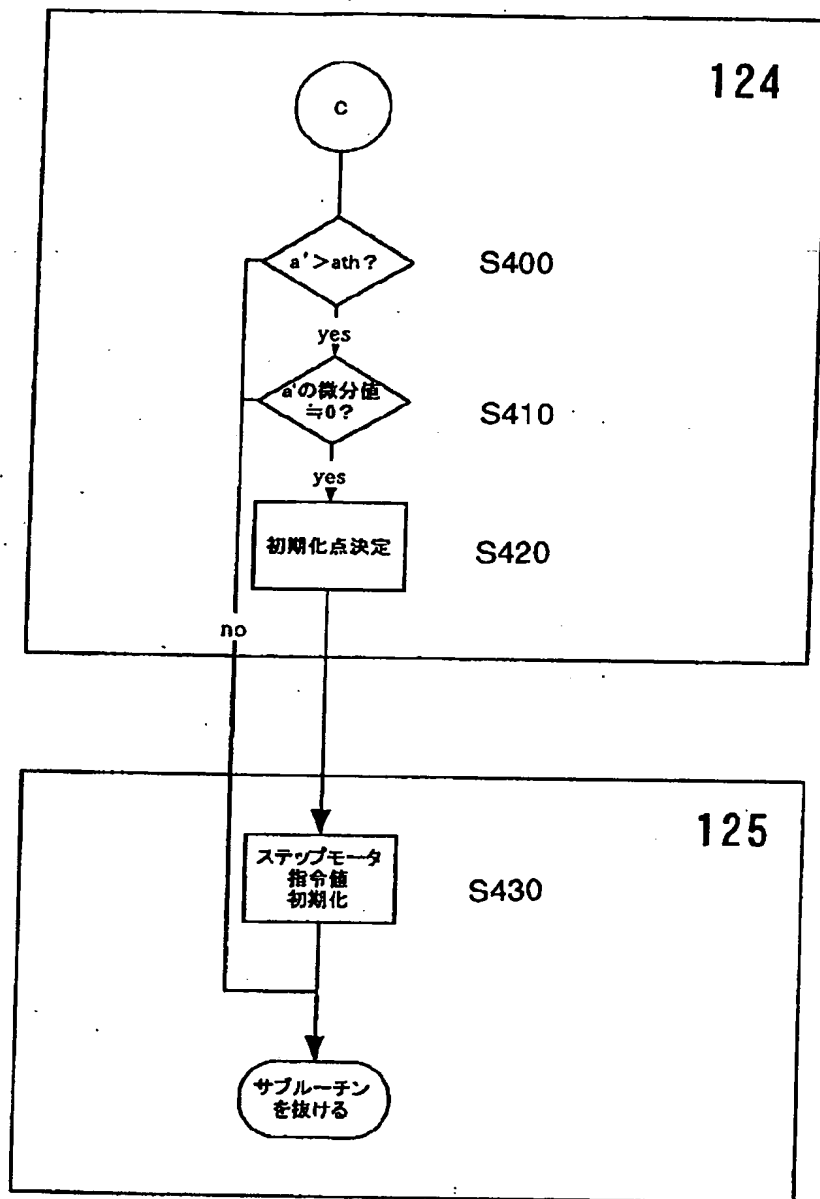
【図6】



【図8】



【図9】



【図10】

